

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record.

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 36 902 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 23 D 11/40**  
F 23 D 14/62

21 Aktenzeichen: 197 36 902.2  
22 Anmeldetag: 25. 8. 97  
43 Offenlegungstag: 4. 3. 99

DE 197 36 902 A 1

71 Anmelder:  
ABB Research Ltd., Zürich, CH  
  
74 Vertreter:  
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761  
Waldshut-Tiengen

72 Erfinder:  
Döbbeling, Klaus, Dr., Windisch, CH; Steinbach,  
Christian, Dr., Neuenhof, CH; Ruck, Thomas,  
Mellingen, CH

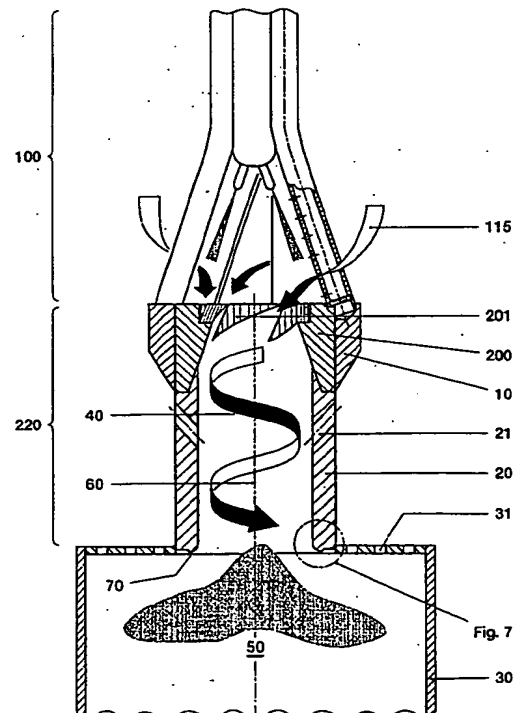
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 19 36 416 C3  
DE 195 47 913 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Brenner für einen Wärmeerzeuger

57 Bei einem Brenner für eine Wärmeerzeugung mit einem strömauf der Verbrennungszone (30) angeordnetem Drallerzeuger (100) steht eine Brennstoffeindüsung im Zusammenhang mit der im Drallerzeuger verdrehten Verbrennungsluft (115), dergestalt, daß der Eindüsungswinkel des zur Brennstoffdüse (104) gehörigen Brennstoffstrahls (105) annähernd dem Anstellwinkel der den Drallerzeuger bildenden Teilkörper gegenüber der Achse (60) des Brenners entspricht.



DE 197 36 902 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner für einen Wärmeerzeuger gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Stand der Technik

Eine schadstoffarme Verbrennung von flüssigen Brennstoffen, wie beispielsweise Heizöl EL (= Extra Leicht), erfordert die vollständige Verdampfung der Brennstofftropfen sowie die Vormischung des Brennstoffes mit der Verbrennungsluft vor Erreichen der Flammenfront. Schon kleine Zonen mit höherer Brennstoffkonzentration führen in der Reaktionszone zu erhöhten Temperaturen und somit zur verstärkten Bildung von thermischen Stickoxiden.

Aus dem Stand der Technik ist bekanntgeworden, das Öl mit verschiedenen Bauarten von drall- bzw. luftunterstützten zentralen und kopfseitig der Vormischstrecke angeordneten Düsen zu zerstäuben. Die so erreichbare Zerstäubungsqualität ist indessen bei verschiedenen Betriebsarten dieser Brenner eingeschränkt. Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, daß der Impuls der sich aus der Brennstoffeindüsung gebildeten Tropfensprays relativ gering ausfällt, womit eine gerichtete Einbringung dieses Brennstoffs in bestimmte Brennerzonen mangelhaft oder gar nicht möglich ist.

Da bei einer solchen Konstellation die Brennstofftropfen schnell von der in die Vormischstrecke einströmende Verbrennungsluft abgebremst werden, können sie sich radial in der einströmenden Verbrennungsluft nicht gut verteilen. Die Folge aus dieser mangelhaften Vormischung ist eine ungenügende Verdampfung des eingedüsten Brennstoffs, die sich darin niederschlägt, daß auf der Brennerachse brennstoffreiche Zonen bilden, welche dann in der Verbrennungszone ursächlich für eine verstärkte Bildung von thermischen Stickoxide verantwortlich sind.

## Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Brenner der eingangs genannten Art Vorkehrungen vorzuschlagen, durch welche eine perfekte Vormischung des eingesetzten Brennstoffs gewährleistet wird, unter Wahrung einer betriebssicheren und optimalen Flammenpositionierung.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Eindüsung des Brennstoffs auf einem gewissen Radius von der Brennerachse vorzunehmen.

Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, daß eine Anreicherung der zentralen Zone nachhaltig verhindert wird, und die Brennstofftropfen bei zunehmenden Radius innerhalb der Vormischstrecke eine stärkere radiale Beschleunigung ausgesetzt sind, dergestalt, daß sie sich in die dort eintretende Verbrennungsluft gut einmischen können.

Bei einem aus mehreren Schalen bestehenden Vormischstrecke bestehenden Drallerzeuger eines Brenners, wie dies beispielsweise aus EP-B1-0 321 809 hervorgeht, eignet sich gut als Einspritzposition des Brennstoffs die Nachlaufzonen entlang der Leeseite der entsprechenden Schale, bzw. der Leitschaukeln eines entsprechend konzipierten Drallerzeugers. Dort ist das Tropfenspray geringeren aerodynamischen Kräften ausgesetzt, und er wird dementsprechend besser radial in die Verbrennungsluft eingemischt.

Die Anzahl der Eindüsstellen ist der Brennerbauform

angepaßt, wobei mindestens eine Eindüsung pro Schale oder Schaufel vorzusehen ist.

Erfindungsgemäß ergeben sich sonach in Verbindung mit einem Vormischbrenner der neueren Generation folgende weitere Vorteile:

- a) Stabile Flammenposition;
- b) Tiefere Schadstoff-Emissionen (Co, UHC, NOx);
- c) Minimierung der Pulsationen;
- d) Vollständiger Ausbrand;
- e) Große Betriebsbereich-Abdeckung;
- f) Gute Querverzündung zwischen den verschiedenen Brennern, insbesondere bei gestufter Lasterstellung, bei welcher die Brenner untereinander interdependent betrieben werden;
- g) Die Flamme kann der entsprechenden Brennkammergeometrie angepaßt werden;
- h) Kompakte Bauweise;
- i) Verbesserte Mischung der Strömungsmedien;
- j) Verbesserter "Patternfaktor" der Temperaturverteilung in der Brennkammer (= ausgeglichener Temperaturprofil der Brennkammerströmung).

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden werden anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung unwesentlichen Merkmale sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

## Kurze Bezeichnung der Zeichnungen

Es zeigt:

Fig. 1 einen Brenner mit anschließender Brennkammer,

Fig. 2 einen Drallerzeuger in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten,

Fig. 3 einen Schnitt durch den 2-Schalen-Drallerzeuger, nach Fig. 2,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen 4-Schalen-Drallerzeuger,

Fig. 5 einen Schnitt durch einen Drallerzeuger, dessen Schalen schaufelförmig profiliert sind,

Fig. 6 eine Darstellung der Form der Übergangsgeometrie zwischen Drallerzeuger und Mischrohr,

Fig. 7 eine Abrißkante zur räumlichen Stabilisierung der Rückströmzone und

Fig. 8 einen Drallerzeuger mit einer Drallbeschaufelung.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Fig. 1 zeigt den Gesamtaufbau eines Brenners. Anfänglich ist ein Drallerzeuger 100 wirksam, dessen Ausgestaltung in den nachfolgenden Fig. 2-5 noch näher gezeigt und beschrieben wird. Es handelt sich bei diesem Drallerzeuger 100 um ein kegelförmiges Gebilde, das tangential mehrfach von einem tangential einströmenden Verbrennungsluftstromes 115 beaufschlagt wird. Die sich hierin bildende Strömung wird anhand einer stromab des Drallerzeugers 100 vorgesehenen Übergangsgeometrie nahtlos in ein Übergangsstück 200 übergeleitet, dergestalt, daß dort keine Ablösungsgebiete auftreten können. Die Konfiguration dieser Übergangsgeometrie wird unter Fig. 6 näher beschrieben. Dieses Übergangsstück 200 ist abströmungsseitig der Übergangsgeometrie durch ein Rohr 20 verlängert, wobei beide

Teile das eigentliche Mischrohr 220, auch Mischstrecke genannt, des Brenners bilden. Selbstverständlich kann das Mischrohr 220 aus einem einzigen Stück bestehen, d. h. dann, daß das Übergangsstück 200 und Rohr 20 zu einem einzigen zusammenhängenden Gebilde verschmolzen sind, wobei die Charakteristiken eines jeden Teils erhalten bleiben. Werden Übergangsstück 200 und Rohr 20 aus zwei Teilen erstellt, so sind diese durch einen Buchsenring 10 verbunden, wobei dieser kopfseitig als Verankerungsfläche für den Drallerzeuger 100 dient. Ein solcher Buchsenring 10 hat darüber hinaus den Vorteil, daß verschiedene Mischrohre eingesetzt werden können. Abströmungsseitig des Rohres 20 befindet sich die eigentliche Brennkammer 30, welche hier lediglich durch das Flammrohr versinnbildlicht ist. Das Mischrohr 220 erfüllt die Bedingung, daß stromab des Drallerzeugers 100 eine definierte Mischstrecke bereitgestellt wird, in welcher eine perfekte Vormischung von Brennstoffen verschiedener Art erzielt wird. Diese Mischstrecke, also das Mischrohr 220, ermöglicht das weitere eine verlustfreie Strömungsführung, so daß sich auch in Wirkverbindung mit der Übergangsgeometrie zunächst keine Rückströmzone bilden kann, womit über die Länge des Mischrohres 220 auf die Mischungsgüte für alle Brennstoffarten Einfluß ausgeübt werden kann. Dieses Mischrohres 220 hat aber noch eine andere Eigenschaft, welche darin besteht, daß im Mischrohr 220 selbst das Axialgeschwindigkeitsprofil ein ausgeprägtes Maximum auf der Achse besitzt, so daß eine Rückzündung der Flamme aus der Brennkammer nicht möglich ist. Allerdings ist es richtig, daß bei einer solchen Konfiguration diese Axialgeschwindigkeit zur Wand hin abfällt. Um Rückzündung auch in diesem Bereich zu unterbinden, wird das Mischrohr 220 in Strömungs- und Umfangersrichtung mit einer Anzahl regelmäßig oder unregelmäßig verteilten Bohrungen 21 verschiedenster Querschnitte und Richtungen versehen, durch welche eine Luftmenge in das Innere des Mischrohres 220 strömt, und entlang der Wand im Sinne einer Filmlegung eine Erhöhung der Geschwindigkeit induzieren. Eine andere Möglichkeit die gleiche Wirkung zu erzielen, besteht darin, daß der Durchflußquerschnitt des Mischrohres 220 abströmungsseitig der Übergangskanäle 201, welche die bereits genannten Übergangsgeometrie bilden, eine Verengung erfährt, wodurch das gesamte Geschwindigkeitsniveau innerhalb des Mischrohres 220 angehoben wird. In der Figur verlaufen diese Bohrungen 21 unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse 60. Des weiteren entspricht der Auslauf der Übergangskanäle 201 dem engsten Durchflußquerschnitt des Mischrohres 220. Die genannten Übergangskanäle 201 überbrücken demnach den jeweiligen Querschnittsunterschied, ohne dabei die gebildete Strömung negativ zu beeinflussen. Wenn die gewählte Vorkehrung bei der Führung der Rohrströmung 40 entlang des Mischrohres 220 einen nicht tolerierbaren Druckverlust auslöst, so kann hiergegen Abhilfe geschaffen werden, indem am Ende des Mischrohres ein in der Figur nicht gezeigter Diffusor vorgesehen wird. Am Ende des Mischrohres 220 schließt sich eine Brennkammer 30 an, wobei zwischen den beiden Durchflußquerschnitten ein Querschnittsprung vorhanden ist. Erst hier bildet sich eine zentrale Rückströmzone 50, welche die Eigenschaften eines Flammenhalters aufweist. Bildet sich innerhalb dieses Querschnittsprunges während des Betriebes eine strömungsmäßige Randzone, in welcher durch den dort vorherrschenden Unterdruck Wirbelablösungen entstehen, so führt dies zu einer verstärkten Ringstabilisation der Rückströmzone 50. Stirnseitig weist die Brennkammer 30 eine Anzahl Öffnungen 31 auf, durch welche eine Luftmenge direkt in den Querschnittsprung strömt, und dort unter anderen dazu beiträgt, daß die Ringstabilisation der

Rückströmzone 50 gestärkt wird. Danebst darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Erzeugung einer stabilen Rückströmzone 50 auch eine ausreichend hohe Drallzahl in einem Rohr erfordert. Ist eine solche zunächst unerwünscht, so können stabile Rückströmzonen durch die Zufuhr kleiner stark verdrahter Luftströmungen am Rohrende, beispielsweise durch tangential Öffnungen, erzeugt werden. Dabei geht man hier davon aus, daß die hierzu benötigte Luftmenge in etwa 5–20% der Gesamtluftmenge beträgt. Was die Eindüsung des Brennstoffes in den Drallerzeuger betrifft, wird auf die nachfolgenden Fig. 2–5 verwiesen. Die Ausgestaltung der Abrißkante am Ende des Mischrohres 220 wird unter Fig. 7 näher beschrieben.

Um den Aufbau des Drallerzeugers 100 besser zu verstehen, ist es von Vorteil, wenn gleichzeitig zu Fig. 2 mindestens Fig. 3 herangezogen wird. Des weiteren, um diese Fig. 2 nicht unnötig unübersichtlich zu gestalten, sind in ihr die nach den Fig. 3 schematisch gezeigten Leitbleche 121a, 121b nur andeutungsweise aufgenommen worden. Im folgenden wird bei der Beschreibung von Fig. 2 nach Bedarf auf die genannten Figuren hingewiesen.

Der erste Teil des Brenners nach Fig. 1 bildet den nach Fig. 2 gezeigten Drallerzeuger 100. Dieser besteht aus zwei hohlen kegelförmigen Teilkörpern 101, 102, die versetzt zueinander ineinandergeschachtelt sind. Die Anzahl der kegelförmigen Teilkörper kann selbstverständlich größer als zwei sein, wie die Beispiele unter Fig. 4 und 5 zeigen. Die Anzahl der kegelförmigen Teilkörper hängt jeweils davon ab, welche Betriebsart zugrundegelegt wird. Es ist bei bestimmten Betriebskonstellationen nicht ausgeschlossen, einen aus einer einzigen Spirale bestehenden Drallerzeuger vorzusehen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse oder Längssymmetrieachsen 201b, 202b der kegelligen Teilkörper 101, 102 zueinander schafft bei der benachbarten Wandung, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Kanal, d. h. einen Lufteintrittsschlitz 119, 120 (Fig. 3), durch welche die Verbrennungsluft 115 in Innenraum des Drallerzeugers 100, d. h. in den Kegelhohlraum 114 desselben strömt. Die Kegelform der gezeigten Teilkörper 101, 102 in Strömungsrichtung weist einen bestimmten festen Winkel auf. Selbstverständlich, je nach Betriebseinsatz, können die Teilkörper 101, 102 in Strömungsrichtung eine zunehmende oder abnehmende Kegelneigung aufweisen, ähnlich einer Trompete resp. Tulpe. Die beiden letztgenannten Formen sind zeichnerisch nicht erfaßt, da sie für den Fachmann ohne weiteres nachempfindbar sind. Die beiden kegelligen Teilkörper 101, 102 weisen je einen zylindrischen Anfangsteil 101a, 102a, die ebenfalls, analog den kegelligen Teilkörpern 101, 102, versetzt zueinander verlaufen, so daß die tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 über die ganze Länge des Drallerzeugers 100 vorhanden sind. Im Bereich des zylindrischen Anfangsteils ist eine Hauptdüse 103 vorzugsweise für einen flüssigen Brennstoff 112 untergebracht.

Die Einbringung des Brennstoffes in den Kegelhohlraum 114 geschieht hier über eine dezentrale Einspritzung, welche von einer Anzahl Düsenrohre 104 vorgenommen wird. Der Winkel des aus diesen Düsenrohren 104 gebildeten Brennstoffstrahles 105 gegenüber der Brennerachse (Fig. 1, Pos. 60) entspricht in etwa dem kegelligen Verlauf der Teilkörper 101, 102. Ist der Drallerzeuger durch eine in einer Ebene wirkende Schaufelkonfiguration aufgebaut, so entspricht der Winkel der Brennstoffstrahles 105 dem Anstellwinkel der Schaufeln gegenüber der Brennkammerachse. In diesem Zusammenhang wird auf die Fig. 8 verwiesen. Die vorzugsweise vorzusehende Einspritzposition des Brennstoffstrahles 105 hinsichtlich der Einstromungsebene der Verbrennungsluft 115 wird unter Fig. 3–5 näher erläutert. Die Eindüsungskapazität und Eindüsungsort der einzelnen Düsen-

rohre 104 richtet sich nach den vorgegebenen Parametern des jeweiligen Brenners. Je nach Brennerbaugröße läßt sich vorzugsweise eine turbulenzunterstützte Druckzerstäubungsdüse bei den einzelnen Düsenrohren 104 vorsehen, wobei der Einspritzdruck zum Erreichen von guten Zerstäubungsqualitäten etwa 100 bar betragen sollte. Die Länge der Düsenrohre 104 ist dem erforderlichen Einspritzradius anzupassen, sollte aber nicht mehr als 1/4 der Teilkörper resp. Schaufellänge (Fig. 8) betragen, da sonst die immanente Gefahr besteht, daß bei einem Betrieb mit gasförmigen Brennstoffen die Düsenrohre 104 als Flammenhalter wirken. Für lange Teilkörper resp. Schaufeln (Fig. 8) ist eine dezentrale Einspritzung vorzusehen, bei welcher die Düsenrohre 104 direkt aus den Teilkörper resp. Schaufeln (Fig. 8) in deren Nachlaufströmung austritt. Somit kann der Brennstoff gezielt in Zonen hoher Luftgeschwindigkeit gespritzt werden. Auch läßt sich mithin ein Betrieb bei minimierten Schadstoff-Emissionen aufrechterhalten, der ohne Wasserzugabe auskommt. Wesentlich ist sodann, daß die feine Zerstäubung, verbunden mit einem hohen Brennstoffimpuls, gute Voraussetzungen für eine schnelle Verdampfung des Brennstoffes sowie eine maximierte Vormischung bietet.

Selbstverständlich kann der Drallerzeuger 100 rein kegelig, also ohne zylindrische Anfangsteile 101a, 102a, ausgeführt sein. Die kegeligen Teilkörper 101, 102 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 108, 109 auf, welche entlang der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 angeordnet und mit Eindüsungsöffnungen 117 versehen sind, durch welche vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 113 in die dort durchströmende Verbrennungsluft 115 eingedüst wird, wie dies die Pfeile 116 versinnbildlichen wollen. Diese Brennstoffleitungen 108, 109 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einstromung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 114, plaziert, dies um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu erhalten. Bei dem durch die Hauptdüse 103 herangeführten Brennstoff 112 handelt es sich, wie erwähnt, im Normalfall um einen flüssigen Brennstoff, wobei eine Gemischbildung mit einem anderen Medium ohne weiteres möglich ist. Ist die Verbrennungsluft 115 zusätzlich vorgeheizt, oder beispielsweise mit einem rückgeführten Rauchgas oder Abgas angereichert, so unterstützt dies nachhaltig die Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 112 innerhalb der durch die Länge des Brenners gebildeten Vormischstrecke, bevor dieses Gemisch in die nachgeschaltete Verbrennungsstufe strömt. Die gleichen Überlegungen gelten auch, wenn über die Leitungen 108, 109 flüssige Brennstoffe zugeführt werden sollten. Bei der Gestaltung der kegeligen Teilkörper 101, 102 hinsichtlich des Kegelwinkels und der Breite der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 sind an sich enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluft 115 am Ausgang des Drallerzeugers 100 einstellen kann. Allgemein ist zu sagen, daß eine Verkleinerung der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 die schnellere Bildung einer Rückströmzone bereits im Bereich des Drallerzeugers begünstigt. Die Axialgeschwindigkeit innerhalb des Drallerzeugers 100 läßt sich durch eine entsprechende Zuführung eines axialen Verbrennungsluftstromes 115a verändern, wobei diese Lufteinströmung so gehalten wird, daß sie den Brennstoffstrahl 105 nicht tangiert oder negativ beeinflusst. Eine entsprechende Drallerzeugung verhindert die Bildung von Strömungsablösungen innerhalb des dem Drallerzeuger 100 nachgeschalteten Mischrohr. Die Konstruktion des Drallerzeugers 100 eignet sich des weiteren vorzüglich, die Größe der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Drallerzeugers 100 eine relativ große betriebliche Bandbreite erfaßt werden kann. Selbstverständlich sind die Teilkörper 101, 102 auch

in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Überlappung derselben vorgesehen werden kann. Es ist des weiteren möglich, die Teilkörper 101, 102 durch eine gegenläufig drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschachteln. Somit ist es möglich, die Form, die Größe und die Konfiguration der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 beliebig zu variieren, womit der Drallerzeuger 100 ohne Veränderung seiner Baulänge universell einsetzbar ist.

Aus Fig. 3 geht nunmehr die geometrische Konfiguration der Leitbleche 121a 121b hervor. Sie haben Strömungseinführungsfunktion, wobei diese, entsprechend ihrer Länge, das jeweilige Ende der kegeligen Teilkörper 101, 102 in Anströmungsrichtung gegenüber der Verbrennungsluft 115 verlängern. Die Kanalisierung der Verbrennungsluft 115 in den Kegelhohlraum 114 kann durch Öffnen bzw. Schließen der Leitbleche 121a, 121b um einen im Bereich des Eintritts dieses Kanals in den Kegelhohlraum 114 plazierten Drehpunkt 123 optimiert werden, insbesondere ist dies vonnöten, wenn die ursprüngliche Spaltgröße der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 dynamisch verändert werden soll. Selbstverständlich können diese dynamische Vorkehrungen auch statisch vorgesehen werden, indem bedarfsmäßige Leitbleche einen festen Bestandteil mit den kegeligen Teilkörpern 101, 102 bilden. Ebenfalls kann der Drallerzeuger 100 auch ohne Leitbleche betrieben werden, oder es können andere Hilfsmittel hierfür vorgesehen werden.

Fig. 4 zeigt gegenüber Fig. 3, daß der Drallerzeuger 100 nunmehr aus vier Teilkörpern 130, 131, 132, 133 aufgebaut ist. Die dazugehörigen Längssymmetrieachsen zu jedem Teilkörper sind mit der Buchstabe a gekennzeichnet. Zu dieser Konfiguration ist zu sagen, daß sie sich aufgrund der damit erzeugten, geringeren Drallstärke und im Zusammenwirken mit einer entsprechend vergrößerten Schlitzbreite bestens eignet, das Aufplatzen der Wirbelströmung abströmungsseitig des Drallerzeugers im Mischrohr zu verhindern, womit das Mischrohr die ihm zugeordnete Rolle bestens erfüllen kann.

Fig. 5 unterscheidet sich gegenüber Fig. 4 insoweit, als hier die Teilkörper 140, 141, 142, 143 eine Schaufelprofilform haben, welche zur Bereitstellung einer gewissen Strömung vorgesehen wird. Ansonsten ist die Betriebsart des Drallerzeugers die gleiche geblieben. Die Zumischung des Brennstoffes 116 in den Verbrennungsluftstrom 115 geschieht aus dem Innern der Schaufelprofile heraus, d. h. die Brennstoffleitung 108 ist nunmehr in die einzelnen Schaufeln integriert. Auch hier sind die Längssymmetrieachsen zu den einzelnen Teilkörpern mit der Buchstabe a gekennzeichnet.

In den vorgenannten Fig. 3-5 ist die innerhalb des Durchströmungsquerschnitt positionierten Einsspitzenpositionen des Brennstoffstrahles 105 gezeigt, welche der Strömung der Verbrennungsluft abgekehrten Seiten entspricht. Im Normalfall wird zu jeder Verbrennungslufteinströmung ein Düsenrohr vorgesehen, wobei eine solche Zuordnung nicht unabdingbar ist. Vorzugsweise wird die Anzahl Brennstoffstrahlen der Brennerbauforn angepaßt. Die einzelnen Brennstoffstrahlen 105 werden dahingehend positioniert, daß sie, unter Einhaltung des unter Fig. 3 zugrundegelegten Winkels des Brennstoffstrahles, entlang der Leeseite der Teilkörper 101 und 102, 130-133, 140-143, wie dies aus den Fig. 3-5 hervorgeht, resp. der Leitschaufeln bei einer Konfiguration des Drallerzeugers gemäß Fig. 8 wirken. Dort ist das Tropfenspray geringeren aerodynamischen Kräften ausgesetzt, so daß es besser radial in die Verbrennungsluft 115 eingemischt wird.

Fig. 6 zeigt das Übergangsstück 200 in dreidimensionaler Ansicht. Die Übergangsgeometrie ist für einen Drallerzeuger 100 mit vier Teilkörpern, entsprechend der Fig. 4 oder 5,

aufgebaut. Dementsprechend weist die Übergangsgeometrie als natürliche Verlängerung der stromauf wirkenden Teilkörper vier Übergangskanäle 201 auf, wodurch die Kegelviertelfläche der genannten Teilkörper verlängert wird, bis sie die Wand des Rohres 20 resp. des Mischrohres 220 schneidet. Die gleichen Überlegungen gelten auch, wenn der Drallerzeuger aus einem anderen Prinzip, als den unter Fig. 2 beschriebenen, aufgebaut ist. Die nach unten in Strömungsrichtung verlaufende Fläche der einzelnen Übergangskanäle 201 weist eine in Strömungsrichtung spiralförmig verlaufende Form auf, welche einen sichelförmigen Verlauf beschreibt, entsprechend der Tatsache, daß sich vorliegend der Durchflußquerschnitt des Übergangsstückes 200 in Strömungsrichtung konisch erweitert. Der Drallwinkel der Übergangskanäle 201 in Strömungsrichtung ist so gewählt, daß der Rohrströmung anschließend bis zum Querschnittssprung am Brennkammereintritt noch eine genügend große Strecke verbleibt, um eine perfekte Vormischung mit dem eingedüsten Brennstoff zu bewerkstelligen. Ferner erhöht sich durch die oben genannten Maßnahmen auch die Axialgeschwindigkeit an der Mischrohrwand stromab des Drallerzeugers. Die Übergangsgeometrie und die Maßnahmen im Bereich des Mischrohres bewirken eine deutliche Steigerung des Axialgeschwindigkeitsprofils zum Mittelpunkt des Mischrohres hin, so daß der Gefahr einer Frühzündung entscheidend entgegengewirkt wird.

Fig. 7 zeigt die bereits angesprochene Abrißkante, welche am Brenneraustritt gebildet ist. Der Durchflußquerschnitt des Rohres 20 erhält in diesem Bereich einen Übergangsradius R, dessen Größe grundsätzlich von der Strömung innerhalb des Rohres 20 abhängt. Dieser Radius R wird so gewählt, daß sich die Strömung an die Wand anlegt und so die Drallzahl stark ansteigen läßt. Quantitativ läßt sich die Größe des Radius R so definieren, daß dieser > 10% des Innendurchmessers d des Rohres 20 beträgt. Gegenüber einer Strömung ohne Radius vergrößert sich nun die Rückströmblase 50 gewaltig. Dieser Radius R verläuft bis zur Austrittsebene des Rohres 20, wobei der Winkel  $\beta$  zwischen Anfang und Ende der Krümmung < 90° beträgt. Entlang des einen Schenkels des Winkels  $\beta$  verläuft die Abrißkante A ins Innere des Rohres 20 und bildet somit eine Abrißstufe S gegenüber dem vorderen Punkt der Abrißkante A, deren Tiefe > 3 mm beträgt. Selbstverständlich kann die hier parall zur Austrittsebene des Rohres 20 verlaufende Kante anhand eines gekrümmten Verlaufs wieder auf Stufe Austrittsebene gebracht werden. Der Winkel  $\beta'$ , der sich zwischen Tangente der Abrißkante A und Senkrechte zur Austrittsebene des Rohres 20 ausbreitet, ist gleich groß wie Winkel  $\beta$ . Auf die Vorteile dieser Ausbildung ist bereits oben unter dem Kapitel "Darstellung der Erfindung" näher eingegangen.

Fig. 8 zeigt einen Drallerzeuger 150, welcher anhand einer Drallbeschaukelung 151 aufgebaut ist. Konzentrisch zu der mit Brennstoff 112 gespiesenen zentralen Hauptdüse 103 wird ein Drallerzeuger disponiert, welcher aus einer Drallbeschaukelung 151 besteht, d. h. die hier ringförmig angeordneten Schaufeln bewirken einen Drall, analog demjenigen aus Fig. 2. Die zugeführte Verbrennungsluft 115 kann hier anhand eines nicht näher gezeigten ringförmigen Kanals erfolgen, der sich stromaufwärts der Drallbeschaukelung 151 erstreckt. Stromab der Drallbeschaukelung 151 weist die zentrale Hauptbrennstoffdüse 103 eine Anzahl Düsenrohre 104 auf, deren Brennstoffstrahl 105 dem Anstellwinkel der Drallbeschaukelung 151 gegenüber der Brennerachse 60 resp. der Achse der Brennkammer 30 entspricht. Auch hier erfolgt die Einspritzung in die Nachlaufzonen entlang der Leeseite der einzelnen Schaufeln dieser Drallbeschaukelung 151, wie dies weiter oben umfassend dargelegt worden ist, wobei auch bei dieser Konfiguration gemäß Fig.

8 die gleichen Wirkungen wie oben dargelegt erzielt werden.

#### Bezugszeichenliste

- 10 Buchenring
- 20 Rohr
- 21 Bohrungen, Öffnungen
- 30 Brennkammer
- 31 Öffnungen
- 40 Strömung, Rohrströmung im Mischrohr
- 50 Rückströmzone, Rückströmblase
- 60 Brennerachse
- 100 Drallerzeuger
- 101, 102 Teilkörper
- 101a, 102b Zylindrische Anfangsteile
- 101b, 102b Längssymmetrieachsen
- 103 Brennstoff-Hauptdüse
- 104 Düsenrohr
- 105 Brennstoffsstrahl
- 108, 109 Brennstoffleitungen
- 112 Flüssiger Brennstoff
- 113 Gasförmiger Brennstoff
- 114 Kegelhohlraum
- 115 Verbrennungsluft (Verbrennungsluftstrom)
- 115a Axialer Verbrennungsluftstrom
- 116 Brennstoff-Eindüsung aus den Leitungen 108, 109
- 117 Brennstoffdüsen
- 119, 120 Tangentiale Lufteintrittsschlitze
- 121a, 121b Leitbleche
- 123 Drehpunkt der Leitbleche
- 130, 131, 132, 133 Teilkörper
- 131a, 131a, 132a, 133a Längssymmetrieachsen
- 140, 141, 142, 143 Schaufelprofilförmige Teilkörper
- 140a, 141a, 142a, 143a Längssymmetrieachsen
- 150 Drallerzeuger
- 151 Schaufeln
- 200 Übergangsstück
- 201 Übergangskanäle
- 220 Mischrohr
- d Innendurchmesser des Rohres 20
- R Übergangsradius
- T Tangentiale der Abrißkante
- A Abrißkante
- S Abrißstufe
- $\beta$  Übergangswinkel von R
- $\beta'$  Winkel zwischen T und A

#### Patentansprüche

1. Brenner für eine Wärmeerzeugung mit einem stromauf der Verbrennungszone angeordneten Drallerzeuger, welcher in Wirkverbindung mit mindestens einer Brennstoffdüse steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennstoffdüse (104) abströmungsseitig des Drallerzeugers (100, 150) angeordnet ist, und daß der Eindüsungswinkel des zur Brennstoffdüse (104) gehörigen Brennstoffstrahls (105) annähernd dem Anstellwinkel der den Drallerzeuger bildenden Elemente (101, 102; 130-133; 140-143; 151) gegenüber der Achse (60) des Brenners oder der Brennkammer (30) entspricht.
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoffstrahl (105) entlang der der Strömung abgekehrten Seite der den Drallerzeuger (100, 150) bildenden Elemente gerichtet ist.
3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drallerzeuger (100) aus mindestens zwei hoh-

- len, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (101, 102; 130-133; 140-143) besteht, daß die jeweiligen Längssymmetrieachsen (101b, 102b; 130a-133a; 140a-143a) dieser Teilkörper zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, daß die benachbarten Wandungen der Teilkörper in deren Längserstreckung tangentiale Kanäle (119, 120) für eine Durchströmung eines Verbrennungsluftstromes (115) bilden.
4. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein axialer Verbrennungsluftstrom (115a) kopfseitig in den Drallerzeuger (100) einführbar ist.
5. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drallerzeuger aus einer Anzahl kreisförmig angeordneter Schaufeln (151) besteht.
6. Brenner nach den Ansprüchen 1 bis 4 oder 1, 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Brennstoffdüsen (104) mindestens der Anzahl der drallbildenden Elemente des Drallerzeugers (100, 150) entspricht.
7. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß stromab des Drallerzeugers (100) eine Mischstrecke (220) angeordnet ist, welche innerhalb eines ersten Streckenteils (200) in Strömungsrichtung verlaufende Übergangskanäle (201) zur Überführung einer im Drallerzeuger (100) gebildeten Strömung (40) in ein stromab der Übergangskanäle (201) nachgeschaltetes Rohr (20) aufweist.
8. Brenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsebene des Rohres (20) zur Brennkammer (30) mit einer Abrißkante (A) zur Stabilisierung und Vergrößerung einer sich stromab bildenden Rückströmzone (50) ausgebildet ist.
9. Brenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Übergangskanäle (201) in der Mischstrecke (220) der Anzahl der vom Drallerzeuger (100) gebildeten Teilströme entspricht.
10. Brenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das der Übergangskanäle (201) nachgeschaltete Rohr (20) in Strömungs- und Umfangsrichtung mit Öffnungen (21) zur Eindüsung eines Luftstromes ins Innere des Rohres (20) versehen ist.
11. Brenner nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (21) unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse (60) des Rohres (20) verlaufen.
12. Brenner nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abrißkante (A) aus einem Übergangsradius (R) im Bereich der Austrittsebene des Rohres (20) und einer von der Austrittsebene des Rohres (20) abgesetzten Abrißstufe (S) besteht.
13. Brenner nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergangsradius (R)  $> 10\%$  des Innendurchmessers des Rohres (20) beträgt, und daß die Abrißstufe (S) eine Tiefe  $> 3$  mm aufweist.
14. Brenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußquerschnitt des Rohres (20) stromab der Übergangskanäle (201) kleiner, gleich groß oder größer als der Querschnitt der im Drallerzeuger (100) gebildeten Strömung (40) ist.
15. Brenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß stromab der Mischstrecke (220) eine Brennkammer (30) angeordnet ist, daß zwischen der Mischstrecke (220) und der Brennkammer (30) ein Querschnittsprung vorhanden ist, der den anfänglichen Strömungsquerschnitt der Brennkammer (30) induziert, und daß im Bereich dieses Querschnittsprunges eine Rückströmzone (50) wirksam ist.

16. Brenner nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß stromauf der Abrißkante (A) ein Diffusor und/oder eine Venturistrecke vorhanden ist.
17. Brenner nach den Ansprüchen 3 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der tangentialen Kanäle (119, 120) in deren Längserstreckung weitere Brennstoffdüsen (117) angeordnet sind.
18. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilkörper (140-143) im Querschnitt eine schaufelförmige Profilierung aufweisen.
19. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilkörper (101, 102; 130-133; 140-143) in Strömungsrichtung einen festen Kegelwinkel, oder eine zunehmende Kegelneigung, oder eine abnehmende Kegelneigung aufweisen.
20. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilkörper (101, 102; 130-133; 140-143) spiralförmig ineinandergeschachtelt sind.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---



**FIG. 1**

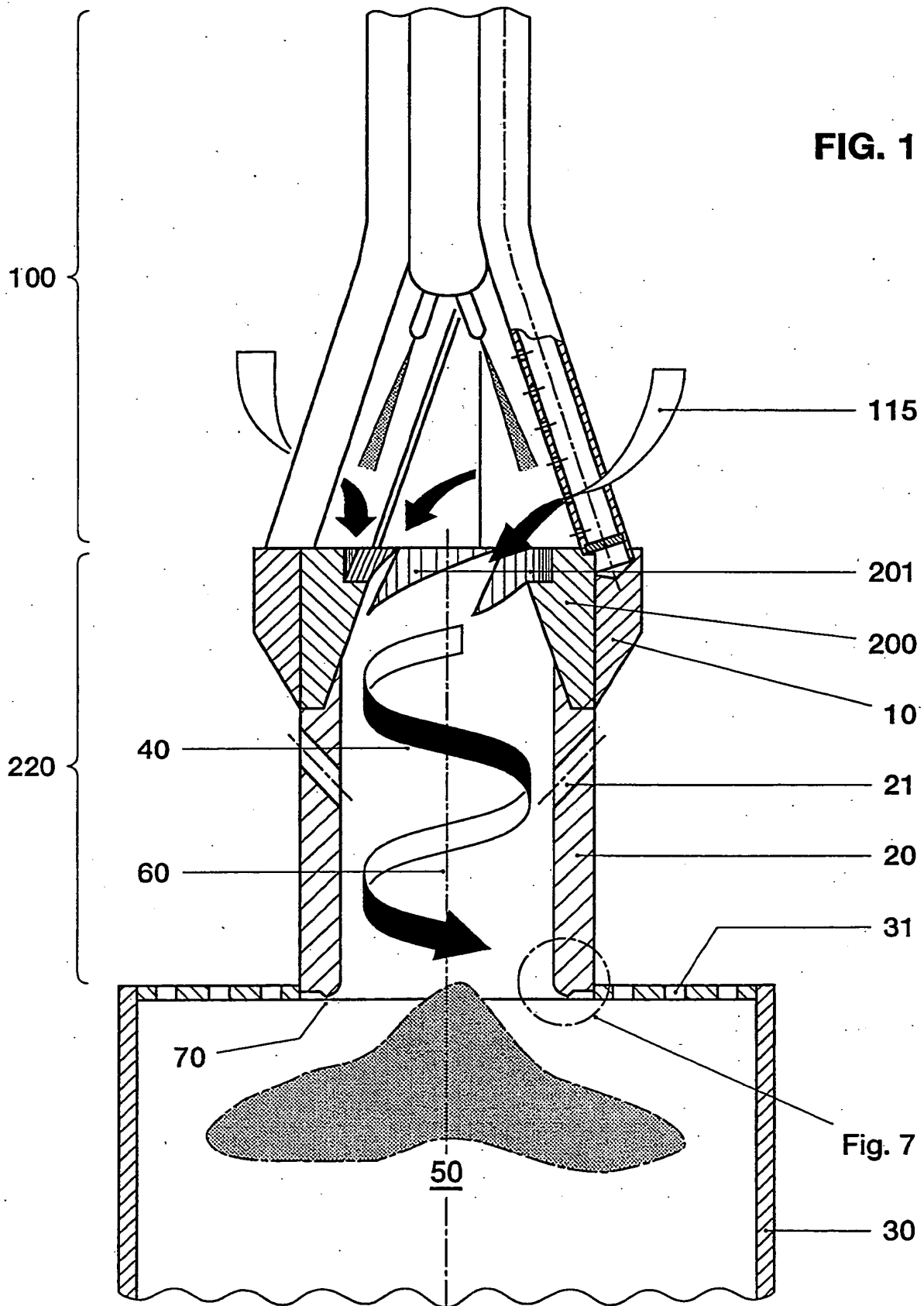
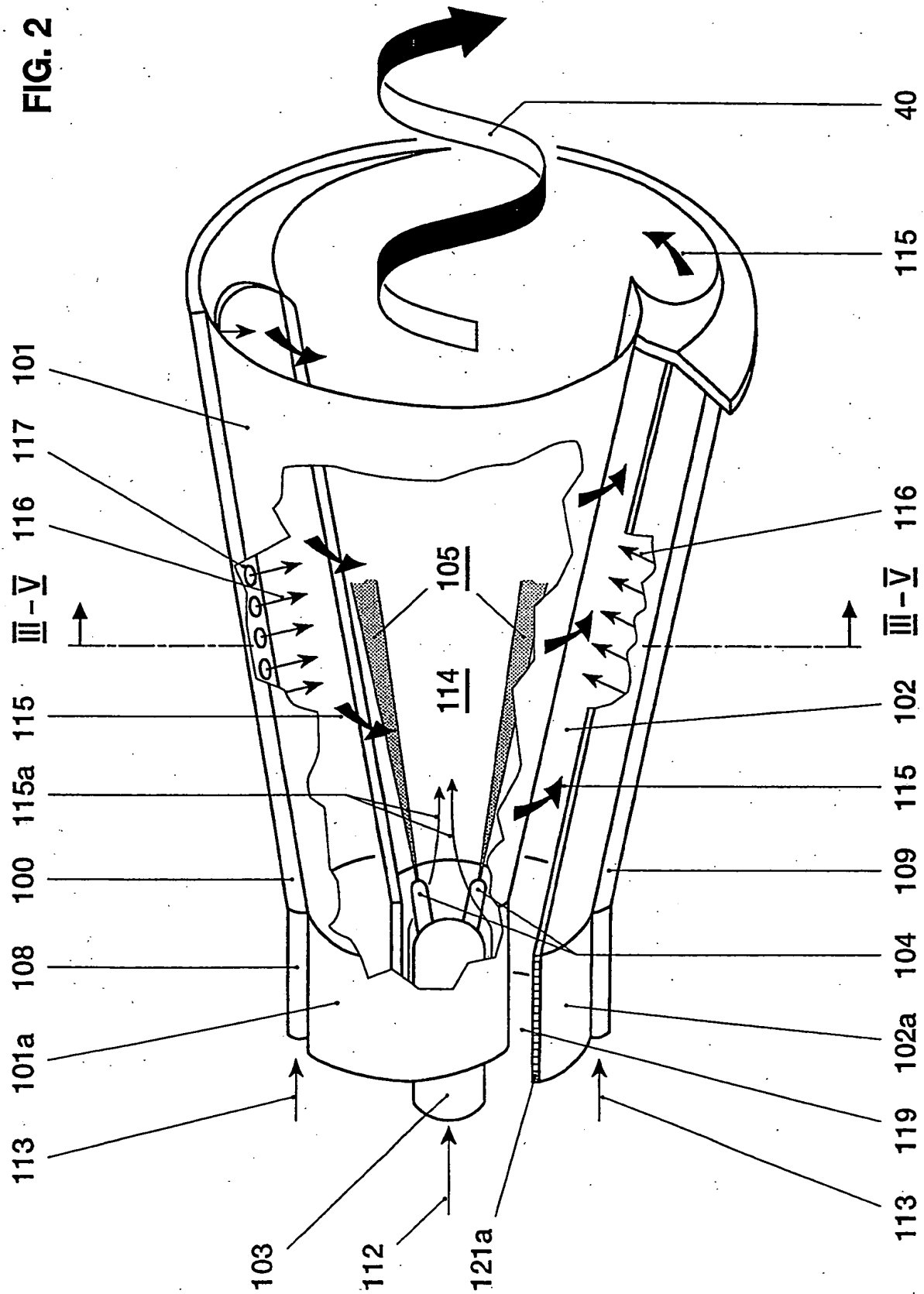


FIG. 2



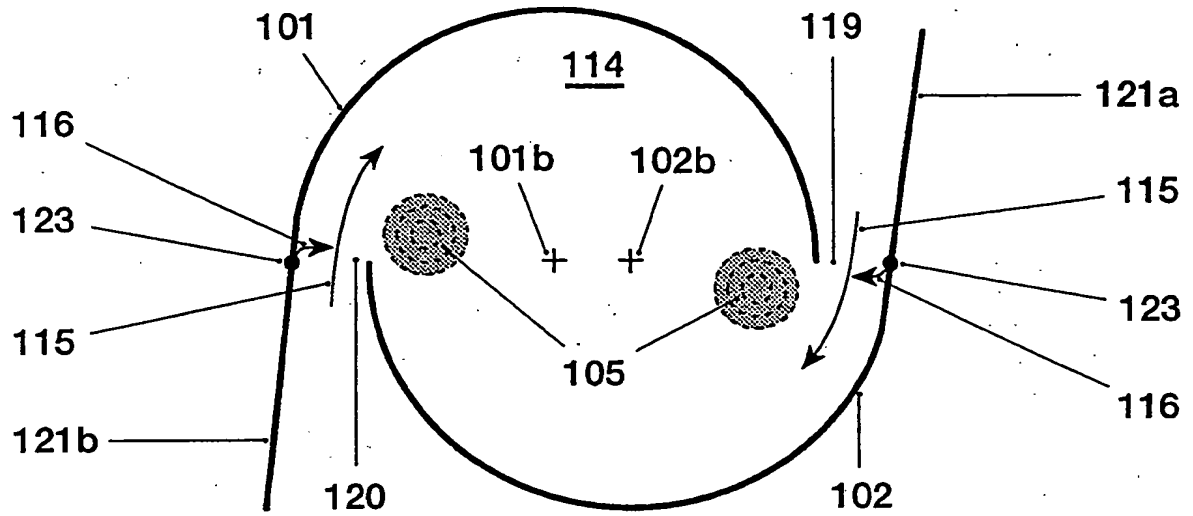


FIG. 3

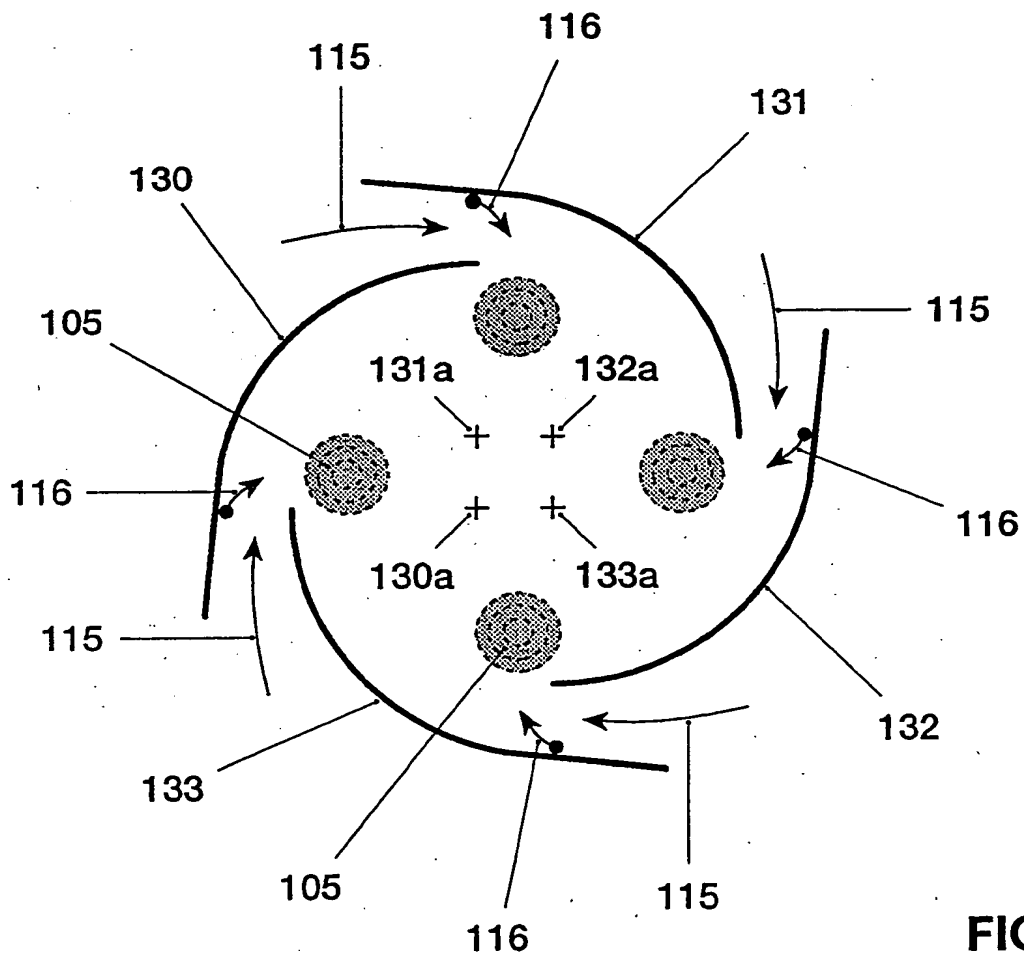


FIG. 4

FIG. 5

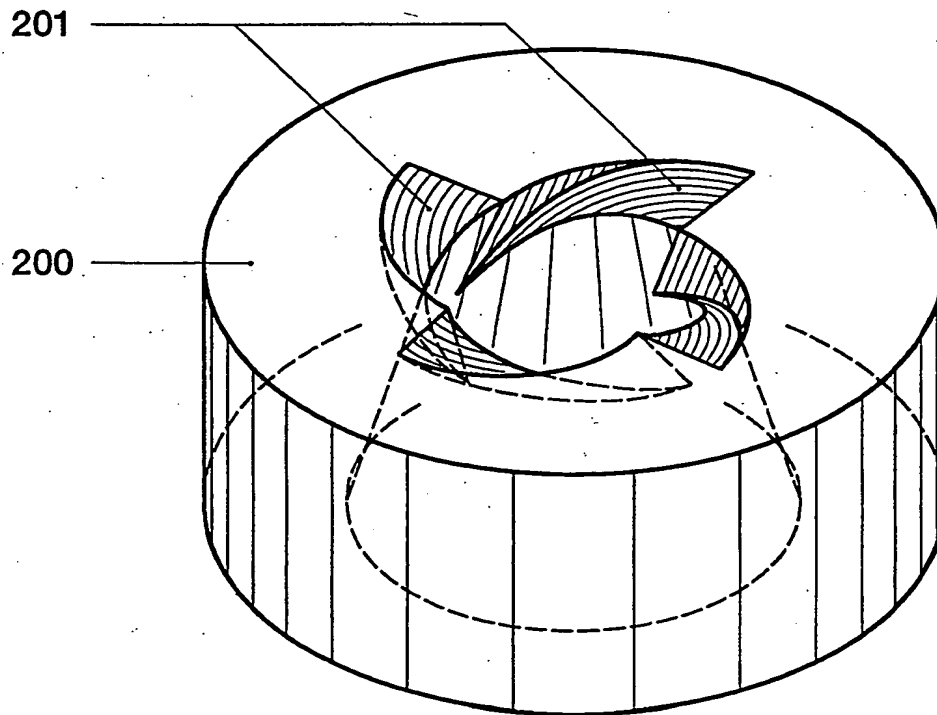
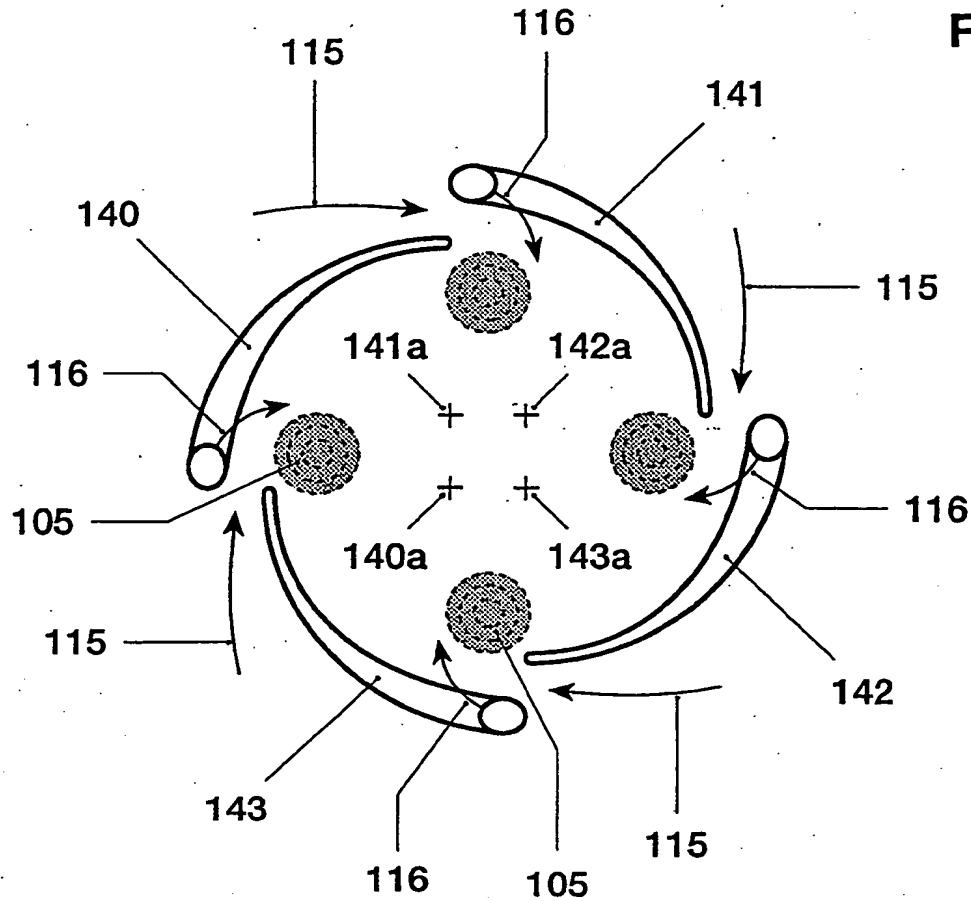


FIG. 6

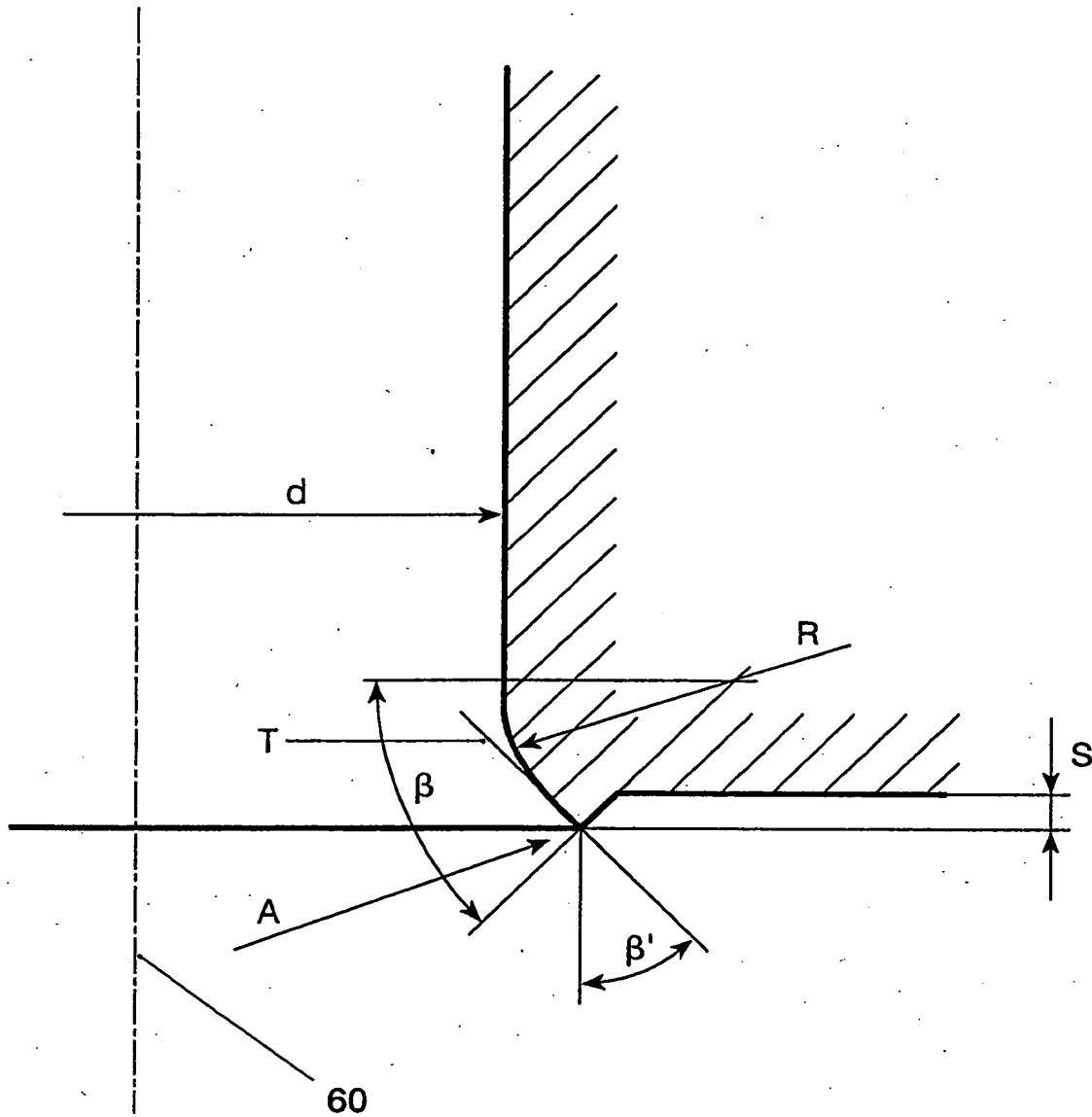
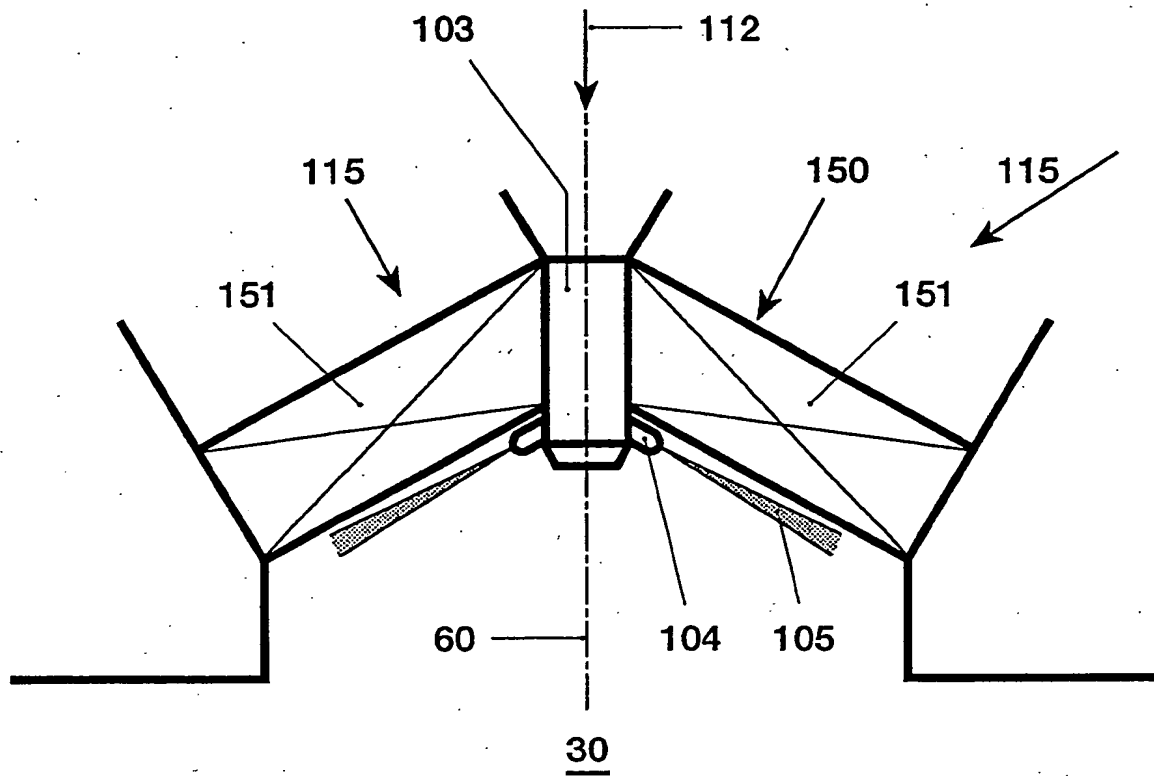


FIG. 7



**FIG. 8**